

GEOCANTABRIA



Itinerarios Geológicos

ITINERARIOS DIDÁCTICOS DEL XI
SIMPOSIO SOBRE LA ENSEÑANZA
DE LA GEOLOGÍA

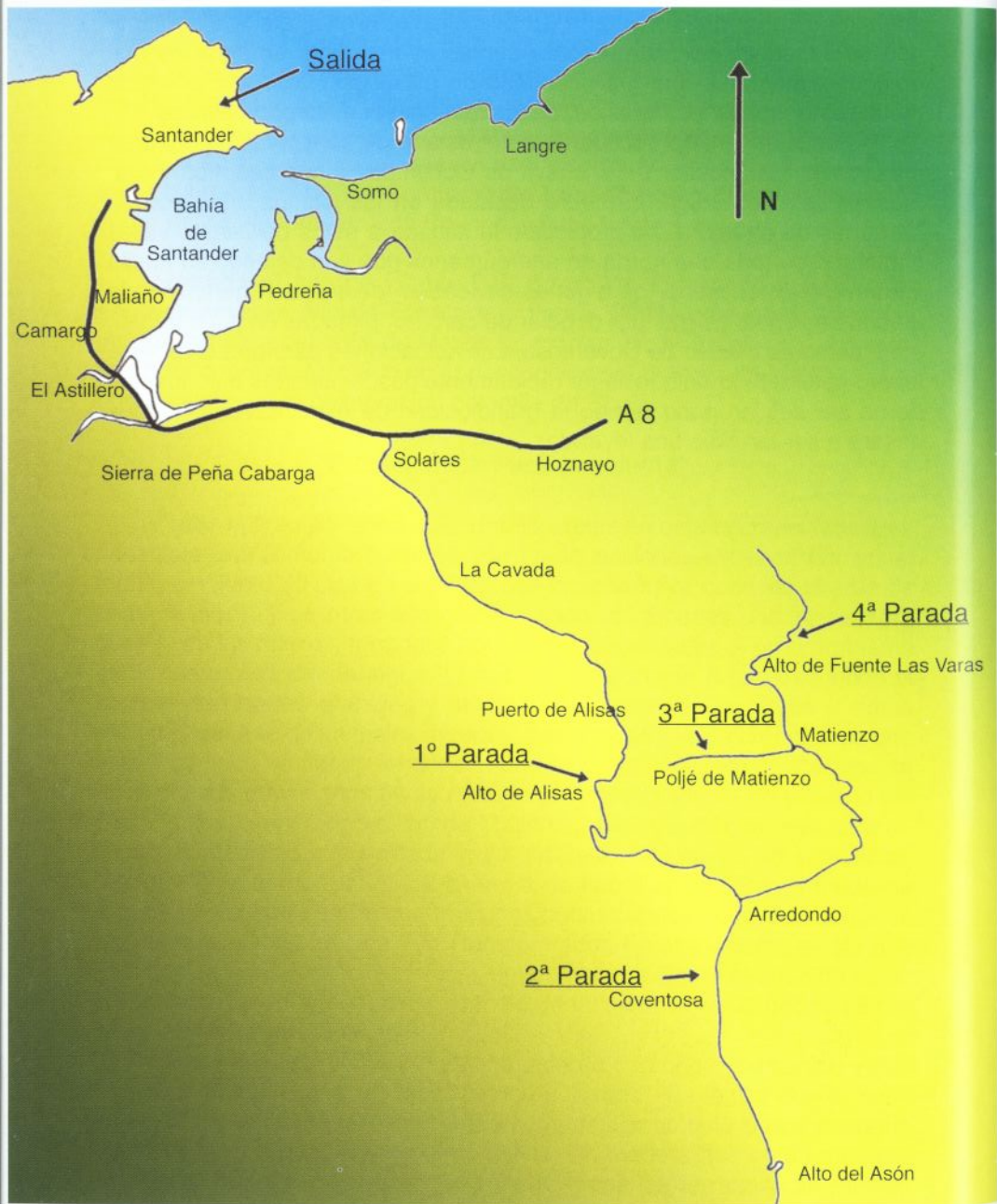


Figura 3.1. Recorrido del Itinerario propuesto.





GEOCANTABRIA IV.

El Jurásico de la Costa Oriental de Asturias: Modelo de Trabajo de Campo.

Esperanza Fernández Martínez
 Laura Piñuela Suarez
 José Lires Corbal
 Carlos Aramburu-Zabala Higuera

Introducción

Esta excursión se desarrolla en la costa oriental de Asturias, en el paseo de la playa de Ribadesella (**figura 4.1**), donde la exposición de los estratos facilita su estudio, y muestra un modelo de trabajo de campo poco convencional.

Las rocas, sedimentarias, que afloran en este lugar son del Jurásico y están agrupadas en varias formaciones. La primera parte de esta guía es una introducción a la geología general de la zona, junto con la reconstrucción paleogeográfica realizada y las aplicaciones económicas de algunas de estas rocas. Posteriormente, se tratará de la actividad didáctica que se desarrollará sobre ellas.

Marco Geológico

El sustrato de los alrededores de Ribadesella está formado por dos conjuntos de rocas de edades muy diferentes: el Paleozoico y el Jurásico (**figura 4.1**).

El Paleozoico

Incluye materiales desde el Cámbrico al Pérmico (Permotrias) fuertemente deformados durante la Orogenia Varisca o Hercínica, cuya fase principal tuvo lugar en el Carbonífero, hace unos 300 millones de años (m.a.), originando importantes cabalgamientos, pliegues y fallas. En este área afloran predominantemente rocas del Carbonífero, en bandas alternantes de calizas y materiales siliciclásticos (pizarras y areniscas) con estratos subverticales y orientación aproximada E-W. Las calizas destacan en el relieve como lomas y dan lugar a abruptos acantilados marinos.

Están muy carstificadas, encontrándose en su superficie numerosas dolinas, sobre todo al este de Ribadesella, y cuevas, algunas con importantes yacimientos arqueológicos, como las de Tito Bustillo, con pinturas rupestres. A pesar de esto, aún conservan sobre ellas trazas de antiguas superficies de abrasión marina, las denominadas "rasas", situadas a diferentes alturas y cuya edad podría oscilar entre el Terciario superior y el Cuaternario antiguo o Pleistoceno (Navarro et al. 1986).

El Jurásico

Aflora sólo en una estrecha franja costera, en estratos con buzamientos relativamente altos y con algunos pliegues y fallas originados en su mayor parte durante la Orogénesis Alpina en el Terciario inferior, hace

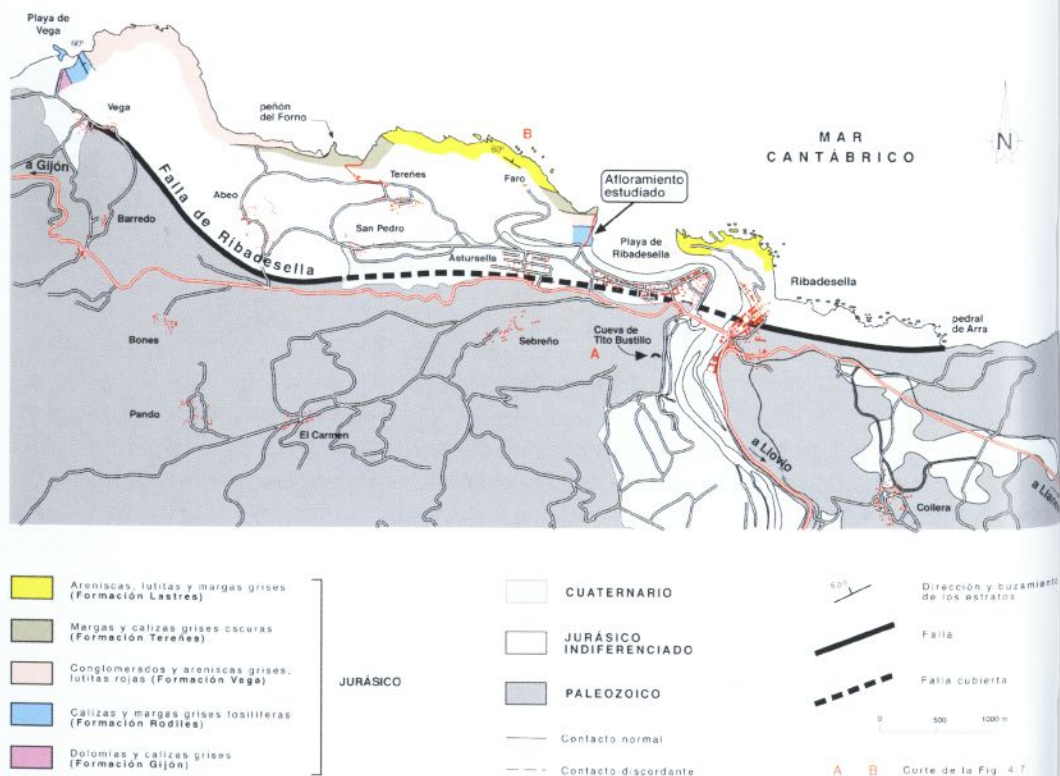


Figura 4.1. Mapa geológico simplificado de los alrededores de Ribadesella. Según García-Ramos et al. (2000).

unos 30 m.a. Debido al recubrimiento vegetal de la zona, sólo se observan buenos cortes en los acantilados costeros, donde pueden separarse bien las diferentes formaciones.

El contacto entre el Paleozoico y el Jurásico se realiza por medio de la **Falla de Ribadesella**. Esta importante fractura, que tiene un plano de falla vertical y una orientación dominante E-W, pasa por la localidad de Vega, atraviesa el núcleo urbano de Ribadesella y sale a la costa 1,5 km más al este, en el pedral de Arra. El contraste entre los dos conjuntos de rocas es aquí bien visible, presentando un abrupto acantilado vertical las calizas carboníferas, mientras las rocas jurásicas dan lugar a un acantilado algo más suave, con abundantes pequeños islotes costeros. Según Boillot et al. (1974), la Falla de Ribadesella parece prolongarse hasta el cañón submarino de Llanes, algo más al este, cuyo origen debió de controlar. García-Ramos y Claverol (en Aramburu y Bastida 1995) señalan que esta fractura debió de tener inicialmente un carácter de falla normal, originándose por los movimientos de rifting del Cretácico Inferior que condujeron a la apertura del Golfo de Vizcaya. El desplazamiento vertical es cifrado en al menos 2 km por estos mismos autores, permitiendo la conservación de las series jurásicas en el bloque septentrional hundido, mientras eran erosionadas en el bloque levantado meridional. Posteriormente, la compresión durante la Orogenia Alpina produjo un rejuego de la fractura como falla inversa y una fuerte deformación de las sucesiones jurásicas.

La Sucesión Jurásica

Las rocas del Jurásico asturiano fueron objeto de atención ya desde mediados del pasado siglo, pudiendo separarse dos grandes etapas en su estudio. En una primera, los esfuerzos se dedicaron a los estudios estratigráficos y paleontológicos clásicos, culminando en la tesis doctoral de Suárez Vega (1974). Posteriormente, el interés se centró en la sedimentología de estos depósitos y el estudio de sus huellas de dinosaurio. Una recopilación de estos trabajos, realizados por profesores de la Universidad de Oviedo, puede consultarse en Navarro et al. 1986 y Valenzuela et al. 1986. Síntesis de carácter divulgativo han sido realizadas por García-Ramos y Gutiérrez Claverol (en Aramburu y Bastida 1995), y García-Ramos et al. (2000). Además, los autores de esta segunda etapa aplican a estas rocas la nomenclatura estratigráfica empleada en la actualidad, y la descripción que sigue a continuación está esencialmente basada en sus estudios. No obstante, la interpretación de los medios sedimentarios ha sido simplificada y adaptada al carácter didáctico de esta guía.

La sucesión consta de un conjunto inferior carbonático, el Grupo

Villaviciosa (comprendiendo las formaciones Gijón y Rodiles), y otro superior predominantemente siliciclástico, el Grupo Ribadesella (comprendiendo las formaciones La Ñora, Vega, Tereñes y Lastres), separados por una disconformidad (**figura 4.2**). Todas estas unidades afloran en la región de Ribadesella, excepto la Formación La Ñora, por lo que no será tratada aquí. El espesor total de serie jurásica en este área es de 900 a 1000 m.

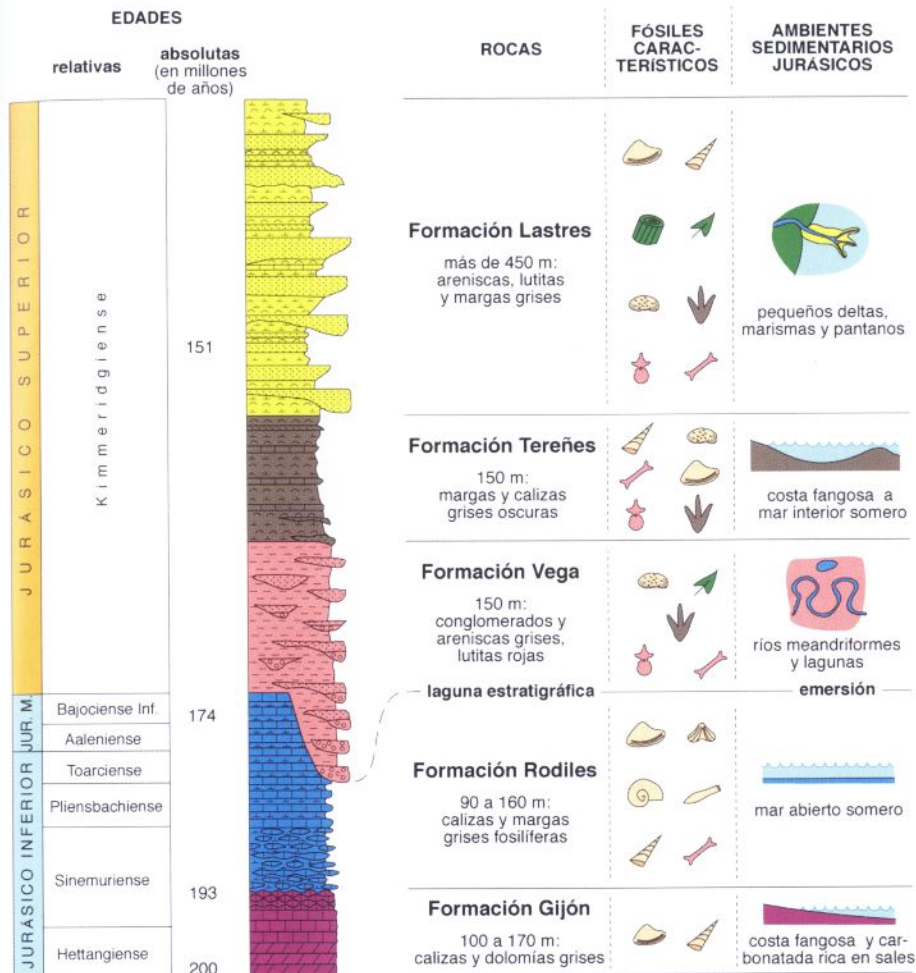
Formación Gijón: La Formación Gijón aflora, dentro del área estudiada, únicamente en los acantilados de la parte oriental de la playa de Vega, aunque su base, transicional con el Permotriás, no es allí visible. Su edad es Hettangiense y Sinemuriense Inferior (206 a 199 m.a., en el Jurásico Inferior o Lías).

La potencia de esta unidad varía entre 100 y 170 m. Está formada esencialmente por calizas, dolomías y algunas capas de yeso. Las dolomías predominan en la parte inferior, estando a veces brechificadas por disolución de yesos inicialmente presentes ("carniolas"). Las calizas son principalmente micríticas, aunque también se encuentran otras bioclásticas y, en menor medida, oolíticas y oncolíticas, ambas especialmente hacia la parte alta de la formación. Como estructuras sedimentarias se encuentran birdeseyes, estromatolitos, ripples y grietas de desecación, entre otras. Los fósiles son escasos, restringidos a algunas capas lumacélicas de bivalvos (=lamelibranquios), además de algunos gasterópodos, ostrácodos (pequeños crustáceos), algas, etc.; los icnofósiles, exclusivamente de invertebrados, son también poco frecuentes.

La presencia en estratos de la Formación Gijón próximos entre sí de grietas de desecación, indicadoras de exposición subaérea, y de fósiles de aguas salobres apunta a ambientes sedimentarios costeros, conclusión confirmada por la presencia de birdeseyes y estromatolitos. Estas últimas estructuras indican además, con frecuencia, un medio de elevada salinidad, como también la presencia de yeso.

Formación Rodiles: La Formación Rodiles se dispone en contacto gradual sobre la unidad precedente, encontrándose buenos afloramientos de ella tanto en los acantilados de la playa de Vega como en los del extremo occidental de la playa de Ribadesella. Su base tiene una edad Sinemuriense superior (199 m.a., dentro del Lías), mientras la del techo es variable de unas localidades a otras, Pliensbachiense (190 m.a., también en el Lías) en la playa de Vega, Toarciense (185 m.a.) en Ribadesella (aún Lías) hasta Bajociense Inferior (174 m.a., ya Jurásico Medio o Dogger) en algunos puntos más al oeste de la playa de Vega, como en el acantilado de Santa Mera (concejo de Villaviciosa).





Conglomerados silíceos

Margas lumaquícolas grises

Lamelibranquios

Troncos fósiles

Areniscas

Calizas nodulosas grises

Gasterópodos

Otros restos vegetales

Braquiópodos

Huesos de dinosaurios

Lutitas rojas (fango consolidado)

Calizas tableadas grises

Ammonites

Huesos de otros reptiles y de peces

Margas grises

Dolomías grises

Belemnites

Pequeños crustáceos (ostrácodos)

Huellas de dinosaurio

Figura 4.2. Columna estratigráfica generalizada del Jurásico de Asturias entre Gijón y Ribadesella. Según García-Ramos et al. (2000) y Valenzuela et al. (1986), modificada.

El espesor de la Formación Rodiles es de 90 m en Ribadesella, aunque llega a alcanzar un máximo de 160 m en la playa de Rodiles, 26 km al oeste de Ribadesella, en el concejo de Villaviciosa, fuera ya de la región estudiada. Se trata de una monótona alternancia rítmica ("ritmita") de calizas micríticas y margas grises. Los primeros metros de la formación, el Miembro Buerres, tienen un carácter noduloso, observándose ripples de oleaje, estratificación cruzada hummocky, convolutes, slumps y fondos marinos endurecidos o hardgrounds. Los fósiles más frecuentes son los bivalvos y los gasterópodos, aunque también se encuentran braquiópodos, crinoideos, ostrácodos, algas y muy escasos ammonites; los icnofósiles, todos ellos de invertebrados (producidos por gusanos, crustáceos, medusas, etc.), son abundantes, pero poco variados. En el resto de la sucesión (Miembro Santa Mera), la geometría de las capas es predominantemente tabular, de gran continuidad lateral. Destacan varios tramos de margas negras bituminosas, en algunos de los cuales se encuentran fósiles y microfisuras (diacclasas) rellenos de petróleo. Entre los fósiles dominan los braquiópodos articulados, bivalvos y cefalópodos como los ammonites y belemnites, estos dos últimos emparentados con los actuales calamares. También se encuentran crinoideos, gasterópodos, fragmentos muy escasos de huesos de reptiles marinos, como ictiosaurios y plesiosaurios, e icnofósiles de invertebrados.

La abundancia de fósiles e icnofósiles marinos a lo largo de toda la Formación Rodiles indica que su depósito tuvo lugar en un medio marino somero. Su característico color gris se debe a la abundancia de materia orgánica y sulfuros de hierro (pirita y otros) dispersos en la roca. El Miembro Buerres correspondería a la parte más próxima a la costa donde, debido a la escasa profundidad, las tempestades dejan su marca en el fondo en forma de estratificación cruzada hummocky, ripples de oleaje y estructuras de deformación (convolutes y *slumps*). La nodulosidad característica de este miembro se originó durante una etapa temprana de la diagénesis, poco después de enterrarse el fango carbonatado original y en condiciones de baja velocidad de sedimentación; ocasionalmente, la sedimentación se detuvo y hubo a menudo erosión submarina, dando lugar a hardgrounds. El depósito del Miembro Santa Mera debió de tener lugar en un medio más tranquilo, física y químicamente más homogéneo, de mayor profundidad, adecuado para la vida de numerosos organismos, algunos de ellos, como los ammonites, belemnites, braquiópodos articulados y crinoideos característicos de mar abierto. La gran continuidad lateral de muchas de las capas de este miembro refleja las condiciones de homogeneidad y tranquilidad del medio de depósito. En algunos momentos, el contenido de oxígeno de las aguas del fondo debió de ser muy bajo, alcanzándose con-



diciones próximas a la anoxia que dieron lugar a los tramos de margas bituminosas. En conjunto, las formaciones Gijón y Rodiles registran una profundización progresiva del medio, desde costero a marino somero, llegando a alcanzar más de 50 m de profundidad.

Formación Vega. Sobre la ritmita de la Formación Rodiles se encuentra la Formación Vega. El contacto entre ambas unidades es brusco, por medio de una superficie erosiva de disconformidad que a escala regional adopta la forma de paleovalles. Buenos afloramientos de la Formación Vega se encuentran en los acantilados de la costa entre la playa de Vega y la localidad de Tereñes y en el paseo al W de la playa de Ribadesella. Seguramente, la totalidad de la formación corresponde al Kimmeridgiense (154 m.a., dentro del Jurásico Superior o Malm), según dataciones efectuadas a partir de ostrácodos y algas carofitas de diversas localidades. Esto supondría una laguna estratigráfica entre las formaciones Rodiles y Vega de 21 m.a. en la playa de Santa Mera, de 32 en Ribadesella y de 37 en la playa de Vega, aproximadamente.

El espesor de la Formación Vega varía entre los 135 m en Ribadesella y los 150 en Tazones, al N de Villaviciosa. Está constituida por una alternancia de areniscas gris verdosas, a beige por alteración, y lutitas rojas. En menor proporción, se encuentran conglomerados silíceos y polimícticos intraformacionales (de clastos de lutita y caliza arrancados de la propia formación) y algunas calizas micríticas. Estas rocas se ordenan en diversas secuencias granodecrecientes hacia el techo, de 5 a 16 m de espesor y base erosiva, desde conglomerados (cuando existen), pasando por areniscas, a lutitas. Las areniscas presentan con frecuencia estratificación cruzada en surco y, a veces, estratificación cruzada de acreción lateral. En las lutitas hay a veces grietas de desecación, huellas de raíces y nódulos verticales de caliza que coalescen hacia arriba hasta dar en algunos casos una capa continua nodulosa de caliza que constituye un paleosuelo calcáreo (caliche o calcreta). Los fósiles son muy escasos en esta formación, limitándose a algunos restos vegetales y vértebras de dinosaurios en las areniscas y conglomerados, así como los arriba citados ostrácodos y algas carofitas, polen y esporas en algunas calizas y lutitas asociadas. Los icnofósiles son poco variados, destacando la presencia de huellas de pisada de dinosaurios, generalmente en las areniscas, además de pequeñas galerías cilíndricas excavadas por gusanos y artrópodos.

La presencia de grietas de desecación en la Formación Vega indica condiciones subaéreas, al menos periódicas, para las lutitas, lo mismo que los caliches que se encuentran entre ellas. Aunque las coloraciones rojizas pueden aparecer tanto en sedimentos marinos como continentales, son

más comunes en estos últimos, por la hematites formada al oxidarse el hierro de algunos minerales en contacto con el aire. La ausencia de fósiles en las lutitas rojas posiblemente se deba a que los restos de los escasos organismos allí vivientes fueron destruidos por oxidación. Por el contrario, los conglomerados y las areniscas debieron de acumularse bajo agua, favoreciendo un ambiente reductor, con escasez de oxígeno, durante la diagénesis temprana, lo que permitió la conservación y posterior fosilización de algunos organismos, así como la preservación de materia orgánica dispersa y la formación de sulfuros de hierro que tiñeron de color gris estas rocas.

Los dinosaurios eran reptiles exclusivamente terrestres, aunque sus huellas podían quedar impresas en áreas sumergidas muy someras, en una costa marina o lacustre-palustre (pantanos), o bien dentro del cauce de un río o de un canal distributivo de un delta. Las secuencias granoderecientes de la escala aquí reconocida se originan en muchos casos en canales, a medida que éstos se van rellenando y la corriente pierde fuerza. La estratificación cruzada de acreción lateral es propia de canales meandriformes, marcando sus láminas las sucesivas posiciones del canal a medida que éste migra lateralmente y aumenta la curvatura del meandro. Todos estos datos sugieren un ambiente fluvial meandriforme para la Formación Vega, correspondiendo los conglomerados y areniscas al relleno de los canales y las lutitas a las llanuras de inundación entre los canales. Las calizas corresponden en parte a los caliches, pero otra parte se originó en charcas y lagunas de agua dulce adyacentes a los ríos, donde vivían algas carofitas (propias de aguas dulces o salobres) y ostrácodos. Por otro lado, los caliches y la disposición verticalizada de las huellas de raíces indican un clima de cierta aridez. El tránsito brusco desde las condiciones marinas en que se depositó la Formación Rodiles a las continentales de la Formación Vega se atribuye a movimientos tectónicos, que generalmente han sido relacionados con procesos distensivos de tipo *rifting*.

Formación Tereñes. La Formación Vega pasa gradualmente hacia arriba a la Formación Tereñes. El mejor afloramiento de esta unidad se encuentra en los acantilados al N de la localidad que le da nombre, aunque también aparece en los del W de la playa de Ribadesella. Su edad probable es también Kimmeridgiense (dentro del Jurásico Superior o Malm), según dataciones efectuadas con ostrácodos fuera de la zona de estudio.

El espesor de la formación es de 151 m en los acantilados de Tereñes. Comienza por unos pocos metros de alternancias de lutitas, margas, calizas nodulosas oncolíticas y areniscas grises, además de algunos



microconglomerados polimícticos (miembro inferior). Son aquí comunes las grietas de desecación (**figura 4.3**) y las lumaquelas de bivalvos (**figura 4.4**) y, en menor medida, de gasterópodos. También aparecen huesos de reptiles (dinosaurios, cocodrilos y tortugas), escamas y dientes de peces, algas, ostrácodos y fragmentos vegetales carbonizados. Los icnofósiles son abundantes, tanto de invertebrados como de vertebrados, encontrándose entre estos últimos frecuentes huellas de pisada de dinosaurios. El resto de la formación (miembro superior) está constituido por lutitas y margas grises oscuras a negras entre las que se intercalan frecuentes capas de calizas, lumaquelas de bivalvos y, más raramente, de gasterópodos, y algunas capas delgadas de areniscas con ripples de corriente. En ocasiones se observan moldes de cristales de halita y niveles de yesos. A diferencia del miembro inferior, los icnofósiles son aquí escasos, y sólo de invertebrados.



Figura 4.3. Huella de dinosaurio cuadrúpedo superpuesta a grietas de desecación. Formación Tereñes, en los acantilados de la localidad del mismo nombre.

La litología (calizas y margas), color (gris) y contenido paleontológico (bivalvos y gasterópodos) de la Formación Tereñes son en parte similares a los de la Formación Rodiles, lo que delata un medio de depósito parecido, marino somero, aunque existen importantes diferencias entre ellas. Las grietas de desecación y huellas de dinosaurios en el miembro inferior de la Formación Tereñes indican un ambiente litoral, correspondiente a una costa baja y fangosa, con pequeños ríos desembocando en ella. El miembro superior se formó a una mayor profundidad, en un medio más alejado de la costa. Los niveles de evaporitas (halita y yeso) indican condiciones de hipersalinidad durante parte de su depósito.

Por otra parte, llama la atención la ausencia en esta unidad de ammonites y belemnites, tan comunes sin embargo en la Formación Rodiles. Todo ello se explica considerando que los sedimentos de la Formación Tereñes debieron de depositarse en un mar somero restringido, separado del mar abierto por un umbral o barrera submarina de origen tectónico.



Figura 4.4. Acumulación de bivalvos en la base de la Formación Tereñes en los acantilados al oeste de la playa de Ribadesella. Escala en centímetros.



La restricción de la circulación con el mar abierto, combinada con un clima cálido y árido provocaría allí un aumento en la evaporación y, por tanto, en la salinidad. El umbral constituiría una barrera tanto física como ambiental para los organismos nadadores, como los cefalópodos, que requieren un hábitat de salinidad marina normal.

Formación Lastres La Formación Lastres sucede en contacto gradual a la Formación Tereñes. Puede observarse especialmente bien en los acantilados de la costa entre Tereñes y la playa de Ribadesella. Ha sido datada como Kimmeridgiense (Jurásico Superior), a partir de *ammonites*.

Esta unidad consta de más de 450 m de alternancias de areniscas con cemento carbonatado grises, y beige por alteración, en capas a veces espesas, lutitas y margas negras. Son características las secuencias granocrecientes hacia el techo de varios metros de espesor, comenzando por margas o lutitas en la base, que pasan hacia arriba a alternancias de lutitas y areniscas, para acabar en areniscas en capas espesas.



Figura 4.5. Ripples de oleaje en una laja de areniscas de la Formación Lastres en los acantilados al norte de Lastres.

Las estructuras sedimentarias son muy variadas: marcas de corriente (flute, groove y crescent marks), estratificación cruzada, ripples de corriente y oleaje (**figura 4.5**), grietas de desecación, convolutes y marcas de carga, etc. Los intervalos de lutitas y margas tienen un aspecto similar a la Formación Tereñes y, como allí, en ellos se intercalan con frecuencia lumaquelas de bivalvos y, en menor medida, de gasterópodos. Además, se encuentran en esta unidad huesos de peces y de diversos reptiles (dinosaurios, cocodrilos, etc.), algas, ostrácodos y muy escasos ammonites. Son también comunes los fragmentos de troncos y otros restos vegetales (en parte de helechos) carbonizados. Las partes leñosas de los troncos están impregnadas por petróleo, constituyendo una variedad de carbón denominada "azabache". Algunos de estos troncos llegan a alcanzar más de 11 m de longitud y cerca de 1 m de diámetro, y otros se encuentran en "posición de vida", conservando sus raíces. Los icnofósiles de esta formación son muy abundantes, originados tanto por vertebrados como por invertebrados (**figura 4.6**); entre ellos destacan las huellas de dinosaurios y las de pterosaurios (reptiles voladores), recientemente descubiertas.



Figura 4.6. Icnofósil producido por gusanos (*Arenicolites* sp.) en areniscas de la Formación Lastres. Acantilados del Faro de Tazones (Villaviciosa). Escala en centímetros.



La conjunción en estratos superpuestos y próximos entre sí de la Formación Lastres de grietas de desecación y huellas de pisada de dinosaurios, indicadores de emersión o de una leve profundidad de agua, junto con tramos marinos, litológica y paleontológicamente comparables a los de la Formación Tereñes, señalan un ambiente costero. Las secuencias grano-crecientes hacia el techo de esta formación son características de sucesivos episodios de progradación o avance hacia el mar de deltas, representando, dentro de ellas, las lutitas y margas fosilíferas la parte marina, mientras las areniscas del techo corresponden a bancos arenosos en la desembocadura de los canales distributarios o, a veces, al relleno de estos mismos canales.

El Paisaje Jurásico Asturiano

A través del estudio de la sucesión jurásica ha podido reconstruirse en gran parte la geografía de aquella época. Hacía poco tiempo que había comenzado la disgregación del supercontinente Pangea. Europa, América y África se encontraban aún unidos o muy próximos y sólo en esta época comenzaba a abrirse el Océano Atlántico. Entonces, tan sólo la mitad occidental de la Península Ibérica permanecía emergida, mientras la oriental estaba ocupada por mares someros, con Asturias en una posición cercana a la costa. La Bretaña francesa se situaba próxima a Asturias, de manera que el actual Golfo de Vizcaya aún no era más que una estrecha lengua de mar; sólo muchos millones de años después, a finales del Cretácico, llegaría a adquirir una configuración próxima a la actual.

El relieve de Asturias era en general suave, dado que la primitiva Cordillera Varisca había sido ya erosionada y la actual no se formaría hasta muchos millones de años después, durante la Orogénesis Alpina, en el Terciario inferior, hace unos 30 m.a. Sólo debieron de existir elevaciones montañosas de cierta importancia a comienzos de Jurásico Superior, producidas por los movimientos tectónicos arriba citados. Estos movimientos, precisamente, marcan un cambio abrupto en el estilo de la cuenca sedimentaria, pues mientras el Grupo Villaviciosa (Formaciones Gijón y Rodiles) consta de unos 300 m de rocas carbonáticas, depositadas a lo largo de 32 m.a., el Grupo Ribadesella está formado por unos 700 m de rocas mayoritariamente siliciclásticas acumuladas en poco más de 3 m.a., debido a una subsidencia y un aporte de sedimentos mucho mayores.

La costa era baja e irregular y su orientación muy diferente a la actual, aproximadamente NO-SE, con el continente situado hacia el SO. Esta costa no era fija, sino que se desplazó numerosas veces a lo largo del Jurásico tanto hacia el SO, dando lugar a transgresiones, como hacia NE,

originando regresiones. Así, en las épocas de mayor invasión del mar, especialmente al final del Jurásico Inferior y en el Medio, durante la sedimentación del Miembro Santa Mera de la Formación Rodiles, la mayor parte de Asturias debió de quedar cubierta por el mar, mientras que durante el depósito de la Formación Vega, en el Jurásico Superior, toda ella quedaría emergida. En conjunto, el Grupo Villaviciosa forma una secuencia transgresiva mayor, con la consiguiente profundización de la cuenca, mientras el Grupo Ribadesella da lugar a un ciclo transgresivo-regresivo, con el punto de máxima transgresión situado en la Formación Tereñes.

El clima era cálido. En algunos momentos, como durante el depósito de los sedimentos de la Formación Vega, las precipitaciones debieron de ser escasas, concentradas en determinadas épocas y dando un clima semiárido, mientras en otros pudieron ser más abundantes. El fuerte calor daría lugar a una elevada evaporación, incrementando la salinidad cuando la circulación era restringida, en casos en las aguas marinas costeras (Formación Gijón) y otros en el interior de la cuenca (Formación Tereñes).

La vegetación fue en algunos momentos relativamente abundante y variada y debió de estar constituida en gran parte por helechos y coníferas. Las hierbas y las plantas con flores, tan comunes hoy en día, no aparecerían hasta algún tiempo después, en el Cretácico Inferior.

Aplicaciones Económicas de las Rocas Jurásicas

Muchas de las rocas del Jurásico asturiano, especialmente las de las formaciones Vega y Lastres, presentan un interés económico añadido. La mayoría de los edificios antiguos de la región fueron construidos con areniscas de estas formaciones, aunque también se emplearon otras rocas jurásicas, como las de las formaciones Gijón o Rodiles. Por otra parte, las lutitas y margas negras de la Formación Lastres, y de las formaciones Tereñes y Rodiles, constituyeron las rocas madre del petróleo localizado en el Cretácico y el Terciario de la actual plataforma continental asturiana (Valenzuela et al. 1986, Gutiérrez Claverol y Luque, en Aramburu y Bastida 1995). Además, el azabache de la Formación Lastres ha sido tradicionalmente empleado en joyería, al menos desde la Edad Media (Monte Carreño 1995). Por último, las rocas jurásicas dan lugar a dos importantes acuíferos: uno se localiza en las calizas y dolomías de la Formación Gijón, el otro en las areniscas de la Formación Vega y en los conglomerados de la misma edad de la Formación La Ñora, estando ambos incomunicados entre sí por el tramo margo-calizo impermeable, de la Formación Rodiles (Gutiérrez Claverol y Luque, en Aramburu y Bastida 1995).



La Sucesión Jurásica en la Playa de Ribadesella

A lo largo del paseo y los acantilados que limitan por el oeste la playa de Ribadesella, también llamada de Santa Marina, se encuentra una sección buena y de fácil acceso del Jurásico asturiano (**figura 4.7**).

Desde aquí puede observarse, mirando hacia el sur, un crestón de calizas carboníferas que constituye uno de los últimos afloramientos de Paleozoico, más allá de la Falla de Ribadesella.

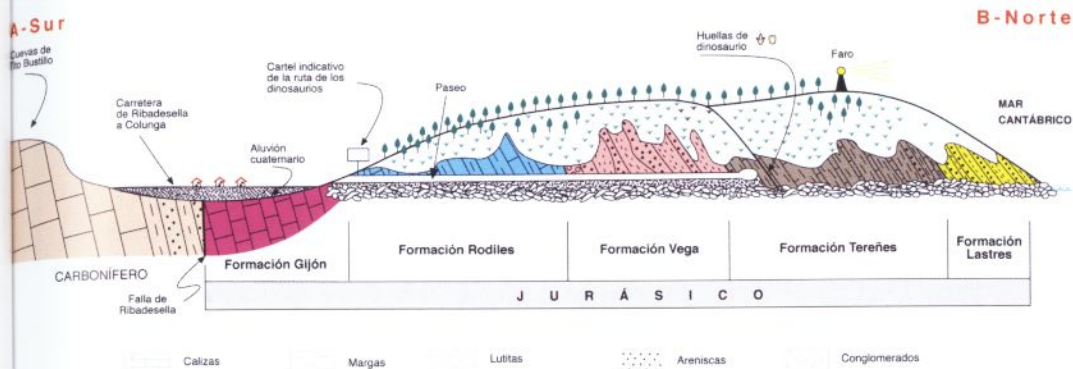


Figura 4.7. Corte esquemático de la sucesión jurásica en el paseo al W de la playa de Ribadesella. No a escala.

La Formación Gijón, en la base de la sucesión jurásica, no es aquí visible, al estar cubierta por los sedimentos cuaternarios aluviales del río San Pedro, sobre los que se levanta la urbanización Astursella. En el paseo, en cambio, se observa un corte completo de las formaciones Rodiles y Vega en estratos subverticales, fuertemente inclinados hacia el mar, apreciándose claramente el contacto entre ambas.

En la Formación Vega destaca la presencia de varios caliches. En la pequeña rotonda al final del paseo (mirador de la Punta del Pozu) se encuentra el contacto con la Formación Tereñes. Allí mismo se observan, en la base de esta última unidad (miembro inferior), buenos ejemplos de grietas de desecación, varias lumaquelas de bivalvos y algunas huellas de pisada de dinosaurios tanto bípedos (tridáctilas) como cuadrúpedos.

El corte de la Formación Tereñes prosigue en los acantilados al oeste, ya fuera del paseo. Un poco más allá, a unos 150 m del mirador, pueden verse numerosas huellas de dinosaurios cuadrúpedos, algunas de ellas ordenadas en rastros, y unas pocas de bípedos, sobre una gran laja de caliza arenosa con ripples inclinada unos 80° hacia el mar. El contacto

con la Formación Lastres se realiza aquí por medio de una falla subparalela a la estratificación.

Actividad Práctica

La actividad didáctica se realiza sobre las rocas jurásicas del paseo y está dividida en dos fases:

La *primera* de ellas consiste en el reconocimiento de los principales elementos geológicos (litologías, fósiles y, eventualmente, estructuras sedimentarias) que caracterizan las rocas de tres formaciones del Jurásico. Para fomentar la observación de estos elementos en los participantes y dar a conocer la génesis de estas rocas de una forma entretenida y motivadora, se ha diseñado una práctica basada en los modelos de tipo “resolución de problemas” y “juegos de rol”.

El principal objetivo que se pretende con esta actividad es de carácter **procedimental** y está centrado en la adquisición de determinadas destrezas, como la capacidad de observación y la realización de inferencias, necesarias para la comprensión de cualquier fenómeno geológico. Como objetivo secundario de esta fase, se pretende que los participantes conozcan la geología tanto de la sección estudiada, como de la región oriental de Asturias durante parte del Jurásico.

Para lograr este último objetivo, el estudio de estas rocas se realiza, principalmente, desde un punto de vista sedimentológico, es decir relacionando diferentes rasgos litológicos, paleontológicos y estratigráficos de cada secuencia de rocas con el medio de depósito de la misma.

La *segunda* fase de la actividad es la continuación del “juego de rol” iniciado en la fase anterior y consiste en un debate sobre la protección de lugares similares a los visitados anteriormente (acantilado de Tereñes, paseo de la playa de Ribadesella). Con ella se busca un objetivo básicamente **actitudinal**: que los participantes-alumnos sean conscientes de que la conservación de un espacio natural determinado conlleva costes de diverso tipo (económico, social, cultural, etc.) que deben ser tenidos en cuenta a la hora de decidir sobre la figura de protección asignada (o no) al mismo. Esta decisión debe ser tomada con el respaldo de una investigación rigurosa, así como con la participación de todos los sectores sociales implicados.



Primera fase: estudio de la secuencia jurásica

Esta fase se inicia con una introducción que funciona a modo de actividad de motivación, determinante del entusiasmo con el que los grupos realicen su trabajo. Para lograr esta motivación, la actividad se enmarca en un juego de rol. Así, se divide a los participantes en tantos grupos como formaciones esté previsto estudiar y se asigna a cada grupo el papel de investigadores de la zona, advirtiéndoles que las conclusiones obtenidas por ellos servirán de base para la ulterior toma de decisiones sobre el futuro del enclave. En este contexto de juego, los "profesores" pueden aparecer como representantes de la Administración (por ejemplo, de la Consejería de Cultura de...) interesados en obtener datos sobre el interés geológico de la zona, mientras que los "alumnos" son investigadores de diversas universidades (Universidad de Lastres, Universidad de Colunga, etc.) encargados de realizar un proyecto. Para reforzar la motivación y facilitar el desarrollo de la actividad, el trabajo de los supuestos investigadores se concreta en preguntas que son posteriormente contrastadas y puntuadas; el grupo que consiga una mayor puntuación en esta primera fase, tendrá derecho a elegir el papel que desee desarrollar en la segunda parte del juego.

La investigación propuesta a cada uno de los grupos tiene unos objetivos muy claros. En primer lugar, cada equipo debe identificar la litología, los fósiles orgánicos y los icnofósiles presentes en cada una de las tres formaciones (convenientemente indicadas) que integran la secuencia jurásica en este corte. En segundo lugar, y a partir de estos datos, los participantes deben deducir el ambiente de depósito más probable para cada formación, eligiendo entre varias opciones sugeridas. Para normalizar las respuestas y guiar a los alumnos hacia la obtención del medio de depósito, se proporciona a cada grupo un conjunto de fichas (**figura 4.8**) que interrogan acerca de los aspectos anteriormente mencionados. Además, existen "kits" de ayuda, constituidos por fichas de apoyo (**figuras 4.9 y 4.10**), fotografías, fósiles, botes de ácido clorhídrico y otros elementos, que los participantes pueden solicitar en caso de "atasco" o duda en la resolución de las preguntas, pero cuya utilización está penalizada mediante la sustracción de puntos. A modo de ejemplo, se propone que el valor de cada respuesta acertada sea de 10, mientras que el valor negativo de las ayudas es de 6 para las rocas, 5 para los fósiles orgánicos, 4 para los icnofósiles y 3 para el medio sedimentario. Puesto que se trata de preguntas de tipo "test", resulta también conveniente penalizar los errores y las casillas vacías. El tiempo de trabajo en cada formación se limita a 10 minutos. Cada vez que los grupos acaben con su análisis de la formación corres-

pondiente, deberán dirigirse a la administración y entregar en la misma una copia del trabajo realizado; de esta forma, se evitan "trampas" en la confección final de las fichas y se controla mejor el tiempo de trabajo.

Como resultado de esta primera fase, cada grupo de "investigadores" tendrá una caracterización de las tres unidades de rocas desde el punto de vista de la litología, los fósiles corporales y los icnofósiles. Con estos datos y, si lo creen necesario, con ayuda de informaciones contenidas en las fichas de apoyo, los participantes deben reconocer en cuál de los cuatro medios sedimentarios que se sugieren como posibles ha sido depositada cada formación. Al acabar la parte de "investigación", los resultados de los diferentes grupos serán contrastados, bien delante de un cartel con la información solicitada que hay al inicio del paseo, o bien distribuyendo a cada grupo uno de los trípticos sobre las huellas de dinosaurio de la costa asturiana que edita la Consejería de Educación y Cultura del Principado de Asturias. Las puntuaciones anteriormente reseñadas han de servir de base al establecimiento de grupos de debate que forman la segunda parte de la actividad.

Tras la comprobación de los resultados y la valoración de los trabajos realizados, se prevé realizar conjuntamente el recorrido del paseo, analizando por separado los rasgos de cada formación y aquellos lugares donde han sido advertidos, o no, por los diferentes grupos.

De esta forma, todos los participantes pueden reconocer cada uno de los elementos implicados en el análisis y observar aquéllos que pasaron inadvertidos para unos, pero no para otros.

Es importante señalar que, como indicamos anteriormente, esta parte de la actividad está diseñada principalmente para motivar al alumno a "observar la roca" y para mostrar que la realización de inferencias es un método habitual en la práctica geológica. No se trata aquí de formar "sedimentólogos", sino de utilizar una de las disciplinas más atractivas de la Geología para motivar el acercamiento del alumno a la roca.

Por otro lado, el método de separación de las formaciones o unidades de estudio puede ser muy variado. En el caso de la secuencia analizada, las formaciones consecutivas son tan diferentes que resulta relativamente fácil reconocer los límites entre ellas. Además, en nuestro juego hemos separado las unidades a estudiar mediante la colocación de grandes flechas en el suelo indicativas de la edad aproximada de la roca en ese punto. Este método refuerza en el alumno la idea de que el movimiento a través de estratos ordenados implica un viaje en el tiempo y puede dar pie a preguntas y observaciones sobre la existencia de lagunas estratigráficas o de diferentes ritmos de sedimentación.



Hemos dividido la secuencia de rocas del paseo en tres tramos que representan, dentro del Jurásico, intervalos temporales de más antiguo (hacia el sur, tramo A) a más moderno (hacia el norte, tramo C).

¿EN CUAL DE ELLOS ENCONTRAMOS LOS SIGUIENTES TIPOS DE ROCAS?

	A	B	C
CALIZAS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ARENISCAS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MARGAS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CONGLOMERADOS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Hemos dividido la secuencia de rocas del paseo en tres tramos que representan, dentro del Jurásico, intervalos temporales de más antiguo (hacia el sur, tramo A) a más moderno (hacia el norte, tramo C).

¿EN CUAL DE ELLOS ENCONTRAMOS LOS SIGUIENTES TIPOS DE FÓSILES?

	A	B	C
BELEMNITES	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
AMMONITES	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
BIVALVOS (abundantes)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
VEGETALES (abundantes)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Hemos dividido la secuencia de rocas del paseo en tres tramos que representan, dentro del Jurásico, intervalos temporales de más antiguo (hacia el sur, tramo A) a más moderno (hacia el norte, tramo C).

¿EN CUAL DE ELLOS ENCONTRAMOS ICNOS ...?

Fósiles	A	B	C
DE DINOSAURIOS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DE RAÍCES	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DE INVERTEBRADOS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Actuales			
HUMANOS (acción antropica)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Hemos dividido la secuencia de rocas del paseo en tres tramos que representan, dentro del Jurásico, intervalos temporales de más antiguo (hacia el sur, tramo A) a más moderno (hacia el norte, tramo C).

¿EN QUÉ AMBIENTE SEDIMENTARIO, de los que se sugieren, SE DEPOSITARON LAS ROCAS DE CADA INTERVALO?

	A	B	C
MARINO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ARRECIFAL	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LITORAL	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
FLUVIAL	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Figura 4.8. Fichas de preguntas y respuestas a rellenar por los alumnos. Debe ponerse una cruz en la casilla o casillas correspondientes.

Segunda fase: debate sobre el futuro de la zona estudiada

Esta segunda parte pretende dar a conocer a los participantes la legislación, teórica y práctica, existente sobre Patrimonio Natural y, muy especialmente, la problemática no escrita que supone la conservación de una zona de interés científico y, en este caso concreto, geológico, paleontológico y didáctico.

Para ello, se plantea un debate que debe desarrollarse a la manera de un juego de rol, en el que participan los mismos equipos que formaron parte de la primera actividad. Cada uno de estos equipos debe elegir (por orden de puntuación alcanzada en la primera parte) entre una de las figuras que intervienen en el debate. El número de éstas depende de la cantidad de equipos participantes pero deben estar representados, al menos, la administración, el colectivo ecologista, los ayuntamientos y/o los empresarios de la zona. El moderador del debate dará a conocer la normativa existente sobre el tema e indicará las posibles vías de protección del lugar.

Actividades previas, de síntesis y posibles transversales

Consideramos como actividades previas a aquellas que se realizan en el aula o el laboratorio y que están encaminadas a proporcionar conocimientos y destrezas suficientes para resolver los problemas planteados durante la práctica de campo. Estas actividades son especialmente importantes porque de ellas depende, en gran medida, el éxito o fracaso de la actividad. Por este motivo, el tipo y grado de dificultad de las preguntas que se realicen en el campo deben estar, básicamente, supeditados a los logros alcanzados en estas actividades previas.

En la práctica a desarrollar se supone que los participantes tienen conocimientos (si no individualmente, al menos a escala de grupo) que les permitan reconocer varios tipos de litologías y de fósiles corporales. Más difíciles, por poco conocidos, resultan algunos icnofósiles y también es poco o nada habitual trabajar con inferencias sobre medios sedimentarios. Obviamente, en caso de realizarse actividades previas, éstas tendrían que estar encaminadas al reconocimiento de los elementos sobre los que se interroga en la práctica de campo.

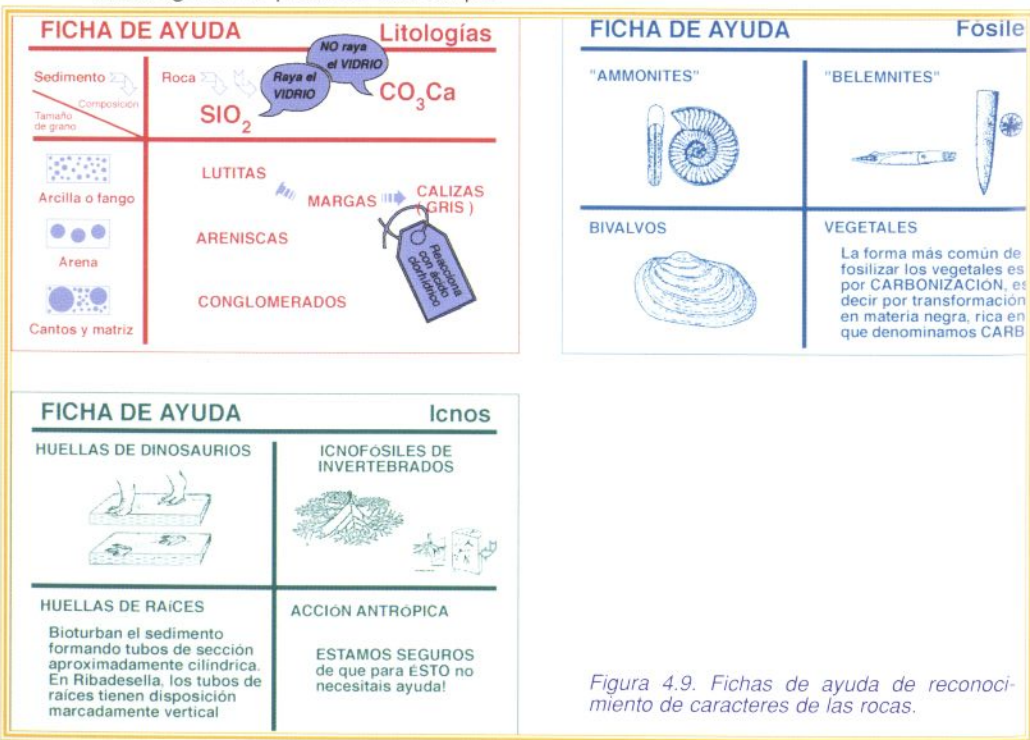


Figura 4.9. Fichas de ayuda de reconocimiento de caracteres de las rocas.





Respecto a la litología, es necesario conocer el concepto de roca sedimentaria (especialmente considerada como aquel tipo de roca que surge en un medio de depósito concreto y que, por tanto, guarda trazas del mismo), así como diferenciar entre rocas sedimentarias terrígenas y carbonáticas. Para realizar la práctica de campo con éxito el alumno tendría que poder diferenciar conglomerados, areniscas, calizas y margas. En este marco, la dificultad se encuentra básicamente en el reconocimiento de las margas, que suelen confundirse con las lutitas. Para diferenciarlas puede ofrecerse a los alumnos el tradicional bote de ácido clorhídrico. También pueden realizarse actividades (por ejemplo, visionado de diversas diapositivas) que incidan en el reconocimiento de las margas por su aspecto en el campo: rocas grises, fácilmente erosionables y en general situadas entre estratos de calizas.

En el apartado de fósiles, deben introducirse los conceptos de fósil corporal (el "fósil" por antonomasia) y de icnofósiles. En relación a los primeros, se han seleccionado cuatro fósiles no sólo por su fácil reconocimiento sino también por su abundancia en el afloramiento y por su significado a nivel de ambiente de depósito. En cuanto a los icnofósiles, éstos suelen ser desconocidos (a excepción de las huellas de dinosaurio) pero, precisamente por este motivo, esta práctica resulta excelente para dar a conocer algunas de las estructuras etológicas que aparecen en las rocas. Como en el caso de las litologías, las actividades previas deberían centrarse en el reconocimiento de los fósiles y también en el significado ambiental de cada uno de los seleccionados para el juego.

Debido a la escasez de estructuras sedimentarias en las rocas del afloramiento seleccionado y a la dificultad para integrarlas en el reconocimiento sencillo de los medios sedimentarios implicados, éstas no se han incluido en el juego. Sin embargo, el estudio de las estructuras sedimentarias resulta básico para la determinación de ambientes de depósito y, por tanto, éstas deberían incluirse en una práctica similar realizada en secciones más propicias. En este caso podrían recibir el mismo tratamiento que rocas y fósiles aunque, dado su carácter dinámico, se recomienda buscar un medio de depósito actual (playa, ría, etc.) donde pueda observarse su formación.

Especial atención merece el apartado dedicado a medios sedimentarios. Realizar inferencias sobre los ambientes de depósito de las rocas sedimentarias es una tarea ardua que sólo pueden realizar algunos especialistas, trabajando en equipo y durante muchos años. No obstante, en algunos casos, no resulta imposible inferir el medio sedimentario general (fluvial, lacustre, marino somero, arrecifal, marino profundo, etc.) a partir de elementos que, individualmente o en conjunto, son exclusivos de algu-

no/s de ellos. En este caso, las actividades previas deben estar encaminadas a reconocer varios medios sedimentarios actuales y los elementos (litologías, fósiles y estructuras sedimentarias) característicos de cada uno de ellos.

Este tipo de actividades, centradas en la búsqueda de elementos definitorios de medios sedimentarios, es especialmente adecuado para introducir el tema de los fósiles frente a, por ejemplo, las litologías o las estructuras sedimentarias ya que, al contrario que éstas que han permanecido estables en el tiempo (una arena de playa es similar en el Cámbrico que en la actualidad) los organismos han cambiado y, por tanto, las formas presentes en los ambientes actuales no son las que habitaron estos mismos ambientes en el pasado.

Hay varias posibles prácticas de recapitulación, aparte de la que se hará en el campo. Una puede ser el visionado de las diapositivas realizadas durante la salida. Otra, la confección de ambientes sedimentarios inventados pero bien definidos. Esta actividad es del tipo: "¿Qué sedimentos se depositarían en, por ejemplo, Cangas de Onís, si el nivel del mar subiera 2.000 metros?" o "¿qué ocurriría con las faunas que habitan la ría y la playa de Ribadesella si, a consecuencia de una glaciación, el nivel del mar bajara 100 metros?; ¿qué nuevas faunas habitarían esta zona?"; etc.

Esta práctica puede realizarse ampliando las investigaciones propuestas a otros campos, tanto de la geología como de la biología, la geografía o la historia. Por ejemplo, adaptando la actividad a la asignatura de Ciencias de la Tierra y Medio Ambiente, se pueden incluir preguntas relativas a riesgos "geológicos" tanto por acciones antrópicas (peligrosidad del paseo...) como por la dinámica natural del planeta (cambios que experimenta el acantilado a lo largo del año y otros). También podría analizarse la vegetación existente en la parte superior del paseo: qué tipo de flores, arbustos y árboles existen a lo largo del mismo y si éstos parecen mantener, o no, algún tipo de relación con la litología que sustenta la vegetación. En este caso, el informe final de los expertos podría determinar si los árboles del acantilado son autóctonos y, por tanto, un bien susceptible de conservación, o si se trata de una repoblación destinada a obtener beneficios a corto plazo. El segundo caso abre la posibilidad de realizar una investigación acerca de la vegetación existente en ese mismo lugar antes de la plantación actual y de la que sería aconsejable utilizar en caso de restauración ambiental de la zona.

Por último, comparar los diferentes elementos antrópicos que aparecen en el paseo, así como el impacto visual que producen, puede resultar un ejercicio de lectura de paisaje sencillo y de gran interés.



CALIZAS

Las series constituidas principalmente por estratos de calizas con gran extensión lateral, intercaladas o no con capas de margas, son depósitos exclusivos de medios marinos y lacustres.

COLOR ROJO

Algunas rocas sedimentarias tienen tonalidades rojizas. Generalmente, este color se debe a la oxidación de minerales que contienen hierro, en presencia de oxígeno libre, dando lugar a hematitas, un óxido de hierro. Con frecuencia, esta oxidación se produce en condiciones subaéreas y, con menos frecuencia, en condiciones subacuáticas. Incluso muy pequeñas cantidades de hematitas bastan para colorear de rojo la roca.

ARRECIFES

Un arrecife es una masa carbonática (caliza y/o dolomía) en forma de domo originada en mares someros por crecimiento de corales y/u otros organismos que segregan grandes esqueletos calcáreos.

Especialmente durante el Jurásico Superior, muchos arrecifes estuvieron contruidos por comunidades dominadas por esponjas y corales escleractinios. En zonas someras, con luz abundante, estos organismos cohabitaban con algas, las cuales estaban ausentes en arrecifes de mayor profundidad.

AMMONITES Y BELEMNITES

Tanto ammonites como belemnites fueron moluscos nadadores, que habitaron medios exclusivamente marinos de mar abierto. Esta exclusividad en su hábitat se debe a que eran organismos estenohalinos, que no soportaban variaciones extremas de salinidad.

Tras la muerte del organismo, las conchas vacías de los ammonites podrían ser transportadas grandes distancias y, en ausencia de barreras físicas que lo impidieran, depositadas en las costas.

ICNOFÓSILES DE INVERTEBRADOS

Uno de los icnofósiles de invertebrados más fácilmente reconocible en esta secuencia es *Chondrites*. Corresponde a una galería compleja de alimentación, formada por tubos cilíndricos de pequeño diámetro y realizada por organismos de tipo "gusano" en sedimentos depositados en fondos marinos no litorales (ver kit "Ayuda para icnofósiles"). Habitualmente, se reconoce por el diferente color del sedimento en que fue realizada la galería y el del sedimento que la rellena tras su abandono.

SECUENCIAS EN ROCAS TERRIGENAS

En ambientes continentales, las sucesiones de rocas sedimentarias terrígenas formadas por repetición de secuencias grandecrecientes del tipo "conglomerado-arenisca-lutita", de pocos metros de espesor, son características de riellos de canales fluviales.

COLORES BEIGE, PARDO Y AMARILLO

Muchas rocas sedimentarias tienen una patina externa de color beige, pardo o amarillo. Consiste en hidróxidos de hierro (limonita y goethita, principalmente) formados por oxidación de minerales con hierro al quedar expuestos a la alteración al aire libre (meteorización).

COLORES NEGRO Y GRIS OSCURO

Las rocas sedimentarias de grano fino (lutitas y margas) son, con frecuencia, de tonos negros o grises oscuros. Estos colores se deben a la presencia de sulfuros de hierro y/o materia orgánica dispersos en el sedimento. La conservación de esta materia orgánica y la formación de pirita requieren que la diagénesis temprana de los sedimentos tenga lugar en condiciones reductoras, algo que ocurre con cierta frecuencia cuando su depósito se realiza bajo el agua.

HÁBITAT DE ALGUNOS ORGANISMOS

Tanto los braquiópodos como los crinoideos son organismos exclusivamente marinos.

Por el contrario, los bivalvos y los gasterópodos son organismos preferentemente acuáticos, pero con especies adaptadas a muy diferentes rangos de profundidad y salinidad.

FLORA FÓSIL

Las huellas de raíces son propias de sedimentos depositados en medios litorales y continentales.

La presencia de abundantes restos de vegetales, especialmente de gran tamaño, constituye un indicio para reconocer ambientes continentales y litorales.

En cualquier caso, algunos fragmentos de vegetales pueden llegar al mar por flotación y aparecen, por tanto, en sedimentos de origen marino.

ICNITAS DE DINOSAURIOS

Aunque los dinosaurios fueron organismos terrestres, sus huellas pueden aparecer impresas en áreas sumergidas muy someras: costas marinas o lacustres, cauces de ríos o canales distributarios de un delta.

Figura 4.10. Fichas de ayuda para la identificación de medios sedimentarios.

Agradecimientos

Los autores agradecen las sugerencias y comentarios de José Carlos García-Ramos (Universidad de Oviedo), que contribuyeron en gran medida a mejorar este trabajo.

Bibliografía

Aramburu, C. y Bastida, F. (Eds.) (1995). **Geología de Asturias**. Ed. Trea, Gijón, 308 pp.

Boillot, G., Dupeuble, P.-A., Hennequin-Marchand, I., Lamboy, M., Lepretre, J.-P. y Musellec, P. (1974). Le rôle des décrochement "tardy-hercyniens" dans l'évolution structurale de la marge continentale et dans la localization des grands canyons sous-marins a l'ouest et au nord de la Péninsule Iberique. **Rev. Géogr. Phys. Géol. Dynamique** (2), XVI (1), 75-86.

García-Ramos, J.C., Aramburu, C., Piñuela, L. y Lires, J. (2000). **La costa de los dinosaurios. Rutas por el Jurásico de Asturias** (3ª ed.). Cons. de Educación y Cultura, Principado de Asturias, Oviedo.

Monte Carreño, V.M. (1995). **Azabachería asturiana**. (2ª ed.). Principado de Asturias, Cons. de Economía. 134 pp.

Navarro, D. et al. (1986). Mapa Geologico de España, Hoja nº 31 (Ribadesella). **IGME**, Madrid.

Suárez Vega, L.C. (1974). **Estratigrafía del Jurásico en Asturias**. **Cuad. Geol. Ibérica**, 2, 369 pp.

Valenzuela, M., García-Ramos, J.C. y Suárez de Centi, C. (1986). The Jurassic sedimentation in Asturias. **Trabajos de Geología**, Univ. Oviedo, 16, 121-132.

